JAXA's
023［ジャクサス］
宇宙航空研究開発機構機関誌
温室効果ガス
観測技術衛星「いぶき」
打ち上げカウントダウン進行中
山崎直子宇宙飛行士の
搭乗ミッションが決定！
赤外線天文衛星「あかり」の成果
きぼう

INTRODUCTION

うれしいニュースが入ってきました。向井千秋宇宙飛行士に続く日本で2番目の女性宇宙飛行士である山崎直子さんが、スペースシャトル「アトランティス」に搭乗することが決まりました。再来年の2010年2月11日以降の打ち上げ予定の国際宇宙ステーション組み立てミッションSTS-131で、約2週間滞在します。現在選考中の候補者を含む宇宙飛行士たちは、国際宇宙ステーションが完成する2010年5月以降に乗り込んで、さまざまな実験などを行います。本誌では、その先輩にあたる第1期生の毛利衛、向井千秋、土井隆雄の3宇宙飛行士が、若い世代へ向けたメッセージを語る対談を企画しました。まずは前編をじっくりお読みください。そして来年1月には、いよいよ温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」の打ち上げです。こちらは巻頭で特集しています。赤外線天文衛星「あかり」や月周回衛星「かぐや」の最新成果もお楽しみください。

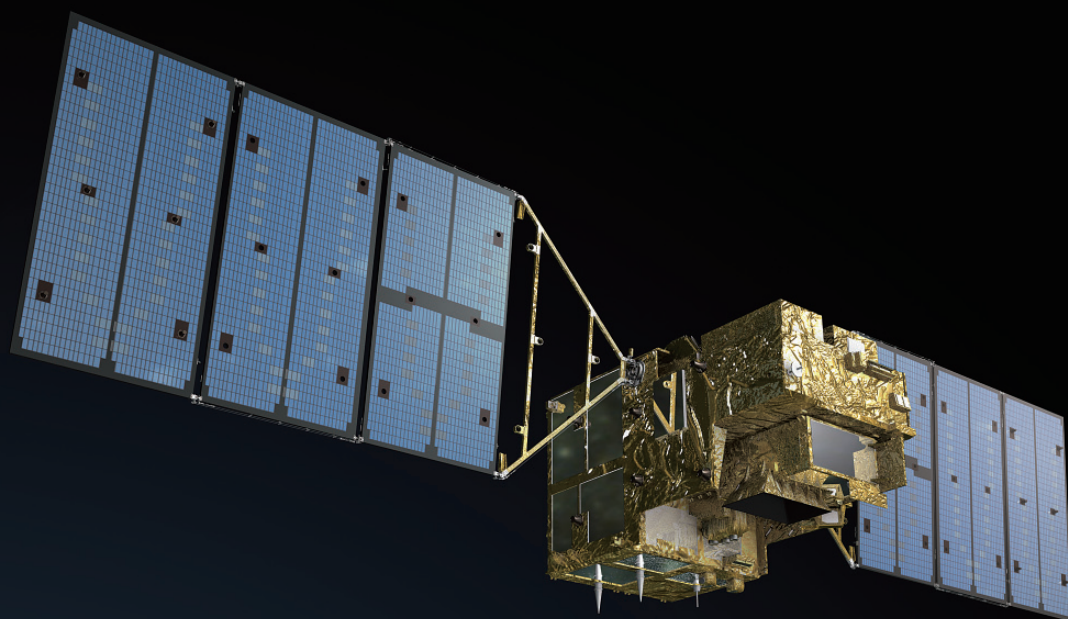
023 宇宙航空研究開発機構機関誌

contents

表紙：スペースシャトルへの搭乗が決まり、JAXA東京事務所で記者会見する山崎直子宇宙飛行士（2008年11月11日）

温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）「いぶき」打ち上げカウントダウン進行中

温室効果ガス観測技術衛星
「いぶき」（GOSAT）の打ち上げ準備が進んでいます。
「いぶき」は、地球温暖化の原因となる
温室効果ガスの濃度分布を観測し、温暖化防止に向けた
国際的な取り組みに貢献することを目的としたプロジェクトで、
JAXA、国立環境研究所及び環境省が共同で開発を進めています。
今回は、打ち上げが間近に迫った「いぶき」の現状と
打ち上げ後の運用について、「いぶき」のチーフサイエンティストである
総合地球環境学研究所の井上元教授、
プロジェクトを統括する浜崎敬プロジェクトマネージャ、
そして開発・運用を担当する3人に話を聞きました。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（想像図）

人工衛星のグローバルな観測に、私自身も大きく期待

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所
井上 元 教授（「いぶき」チーフサイエンティスト）

地球全体が見えるため衛星観測は非常に重要

――「いぶき」は地球温暖化の主要因と考えられている二酸化炭素とメタンを観測する衛星です。研究者の立場から、「いぶき」のどのようなところに期待されていますか。

井上　二酸化炭素の濃度は1950年代から測定されていますが、観測点の数は現在、世界で二百数十か所しかありません。二酸化炭素濃度の世界的分布をみるのに、緯度方向は、かろうじて何とかなりますが、経度方向のデータは得られていないのです。そのため、人工衛星でグローバルに観測できないかという議論をずっと前からしていたのですが、観測精度の面で難しいという否定的な考え方がありました。ところがその後、二酸化炭素を観測するためのフーリエ変換型分光計が進歩して、誤差1％程度で観測できる見通しが立ち、「いぶき」に搭載されることになりました。もちろん、その後もいろいろ問題があり、JAXAはものすごく努力されて、問題点を1つ1つ解決してきたわけです。地球全体が見えるという点で、衛星観測というのは非常に重要だと思います。国際的にも期待が高まっているし、私自身も非常に大きな期待をもっています。

――二酸化炭素の濃度をグローバルに見ることができるようになると、どんなことがわかってくるのでしょうか。

井上　これまでの研究では100か所ほどのデータを使って、どこで二酸化炭素が吸収されたり放出されたりしているかを推定していましたが、しかし分布と言えないほ

「いぶき」の観測イメージ
いぶき
666km
太陽光
直径 10km

地上観測点:282地点
（2008年10月16日現在）

温室効果ガス世界資料センター（WDCGG）による

「いぶき」による観測点:5万6,000地点

標準観測モード：158kmメッシュの場合

ど非常に粗いものでした。「いぶき」のデータが得られれば、ある限られた地域、あるいは大都市などからどれだけの二酸化炭素が排出されているかがわかってきます。また、最近世界的に大きな関心事になっている森林火災でどのくらいの二酸化炭素がでているかもわかってくると思います。

陸域での二酸化炭素がどう変化しているかを解明

——二酸化炭素の吸収源として、森林の役割が注目されています。実際に、森林がどのくらいの二酸化炭素を吸収しているのかということも「いぶき」でわかってきますか。

井上　はい。地球全体でどのくらい二酸化炭素を吸収しているかはわかっていますが、吸収量は増えたり、減ったりしています。気温が上昇すると土壌中の有機物が分解して二酸化炭素が出てくると考えられていますが、実際にそのようなことが起きているかどうかは、まだわかっていません。そういう話も含めて、「いぶき」は陸域での二酸化炭素の吸収や排出がどこで行われ、どのように変化しているかを解明してくれるものと思います。そのようなデータは、どのように森林管理を行えば二酸化炭素の吸収量を増やし、それを安定的に保存するかという戦略を考える上でも重要だと思います。

——二酸化炭素濃度の地理的な分布だけでなく、ある期間にわたって濃度の変化を観測するのも重要ですね。

井上　二酸化炭素の濃度は季節で変化します。特に植物による吸収・排出というのは非常に変動が大きいのです。「いぶき」では、そうした季節的変化がはっきりととらえられると思います。さらに、私たち研究者は二酸化炭素濃度を長期間にわたって測ることが非常に重要だと考えています。たとえばエルニーニョが起こると気温が上昇し、それに伴って二酸化炭素がたくさん放出されることがわかってきました。「いぶき」の運用期間は5年ですが、5年というのは、こうした年ごとの変化を見るのに最低限必要な期間です。これが10年になると、相当いろいろなことがわかってくるでしょう。ですから「いぶき」の後継機も何とか実現してほしいと思います。

メタンが観測できる点も画期的

——「いぶき」はメタンも観測します。この点についてはいかがですか。

井上　アメリカが同時期に上げる「OCO」という衛星（炭素観測衛星）は二酸化炭素に特化していますが、「いぶき」はメタンも測れるということで、これに対する期待もたくさんあります。メタンの地上での観測点は、二酸化炭素の観測地点よりずっと少ないのです。ですから、メタンがどこから放出されていて、どこで吸収されているかはまったくわかっていません。これが観測できる点でも、「いぶき」は画期的だと思います。

——先生ご自身は、「いぶき」でどんなところを調べたいと思っていますか。

井上　私は2つほど関心をもっていることがあります。1つは、「いぶき」でメタンの分布が初めて観測できることを利用して、シベリアでのメタンの状態を見てみたいと思っています。西シベリアには広い湿地帯が広がっていて、ここからのメタンの発生量は相当多いと言われていますが、それが本当かどうか調べてみたいのです。もう1つもメタンなのですが、天然ガスのパイプラインからのメタンの漏洩が非常に多いと言われています。これも調べてみたいですね。もしかしたら、新たな発見があるのではないかと期待しています。

——日本の研究者だけでなく、海外の研究者も「いぶき」のデータを使って研究できるのでしょうか。

井上　「いぶき」のデータ利用はたくさんの研究分野の人が共同してやらなければならない仕事です。データにはいろいろな使い方がありますから、日本の研究者だけで使い切れるものではありません。世界の研究者に使ってもらって、できるだけいろいろな成果を出してもらうのが基本だと思っています。そのため世界の研究者に呼びかけて、一緒に共同研究できる態勢を組んでいこうと思っています。

——ありがとうございました。

「いぶき」運用開始後のデータ処理から得られる二酸化炭素の吸収・排出量マップのイメージ

（提供・国立環境研究所）

2月

60N 30N EQ 30S 60S
0 60E 120E 180 120W 60W 0

8月

60N 30N EQ 30S 60S
0 60E 120E 180 120W 60W 0

−1.2 −0.9 −0.6 −0.3 0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5

←吸収　[gC/㎡/日]　排出→

二酸化炭素の三次元分布のイメージ

（提供・国立環境研究所）

ミッション期間は5年。これからが本当の仕事の始まり

宇宙利用ミッション本部 GOSATプロジェクトチーム
浜崎 敬 プロジェクトマネージャ

「いぶき」は地球の息づかいを見るのにぴったりの名前

― GOSATの愛称が「いぶき」に決まりました。ご感想はいかがですか。

浜崎　1万2683名もの多くの方々からご応募いただきました。とてもびっくりしていますし、大変うれしくも思っています。GOSATは地球の大気中の二酸化炭素やメタンの濃度の変化を測ります。地球が呼吸をしている、その息づかいを見るというイメージを強くもっていたものですから、そのイメージにぴったりで、とてもよい名前をいただいたなと思っています。

― 応募の数が多かったというのは、それだけ皆さんの関心も高いということですね。

浜崎　そうですね。一般公開や講演会などでお話をさせていただく機会がよくあるのですが、関心の高さをひしひしと感じます。温室効果ガスは見えませんし、なかなか身近に感じられるものではないはずなのですが、それにもかかわらずこれだけ皆さんが高い関心をもっておられることに本当に驚いています。

― いよいよ打ち上げですが、どんなお気持ちですか。

浜崎　プロジェクトチームができてから、打ち上げまで6年弱、衛星の開発に入ってから4年弱かかりました。他の衛星に比べるとかなり超特急でやってきましたけど、これからが本当の仕事の始まりです。ミッション期間が5年ありますので、まだ全体から見ると道半ばというところです。

約1年かけて本格的なデータ提供へ

― これまでのところを振り返ってみて、いかがでしょうか。

浜崎　そうですね、プロジェクトが始まった頃に、JAXAでは衛星やロケットの失敗が続きました。私ども地球観測の部門では「みどりII」の失敗がありました。それでかなり大きな見直しをしまして、成熟技術を使うことや、電源系統を完全に分けるというようなことを行ってきました。大丈夫だと思っていたことについても再度見直しをし、信頼性を高める努力をしてきたわけです。さらに、ミッションを1つに絞り込んで、衛星をそれに最適なサイズに小型化して、その代わり早くつくるという決断をしました。開発期間が短くても十分な信頼性を確保できたのは、ミッションを絞り込んで明確なポリシーを最初に立てられたからだと思います。しかも私どものプロジェクトチームのメンバー、衛星メーカーの方の意識が一致して、総力を結集できたことが大きかったと思います。

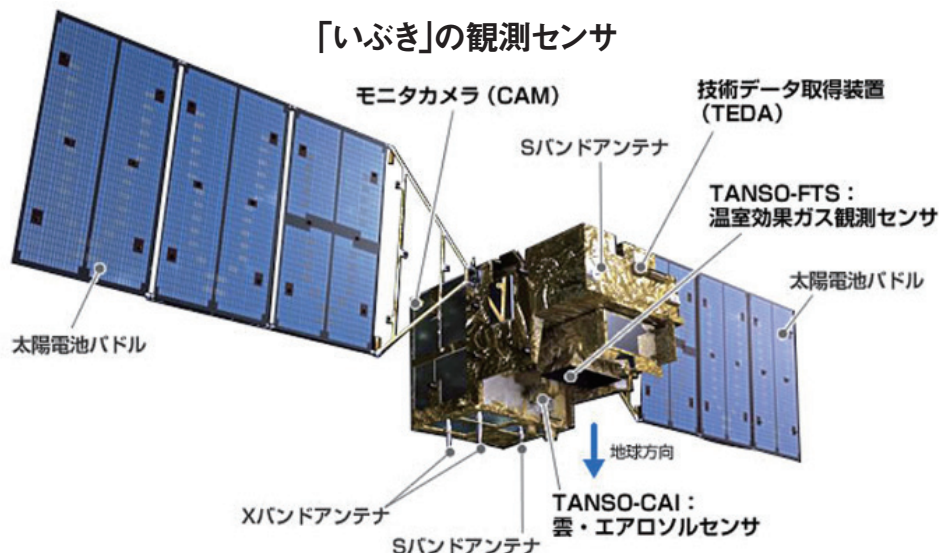
― 打ち上げてからどのくらいで本格運用に入るのでしょうか。

浜崎　打ち上げ後3か月間、衛星が正常に動いているかどうかという、いわゆるチェックアウトを行います。その後、地球を観測しながらデータを取って、地上の観測データや他の衛星のデータと比較しまして、校正検証というのを行います。高い精度でデータを出すための作業で、これに3か月がかかります。6か月目から定常に近い運用をしますが、関係する研究者とか技術者がさらに3か月をかけて評価をし、9か月目からデータを広く世界の方々や研究機関等に配布する予定です。国立環境研究所ではそのデータをさらに解析し、打ち上げ12か月後から、二酸化炭素やメタンの濃度のデータを広く一般の方にもわかるような形で発表できるようになると聞いています。

― ちゃんとしたデータがとれるまで1年ぐらいかかるわけですね。

浜崎　そうですね。他の衛星でも大体これぐらい時間がかかりますが、私どもとしては観測精度が1%以下であることを保証しなければなりません。それを確認するのには時間がかかります。

「いぶき」の国際貢献は、データを提供すること

― 「いぶき」のデータは世界の

分光観測で測るセンサは初めての体験

宇宙利用
ミッション本部
GOSAT
プロジェクトチーム
久世暁彦
主任開発員

私が担当しているのはセンサの部分、温室効果ガスを測る分光計（フーリエ変換型分光計）と雲・エアロソルセンサです。「いぶき」では二酸化炭素やメタンを1%、あるいはもっと少ない誤差で測定することが求められています。そのために非常に精度の高いセンサをつくらなければいけない、というところが一番大変でした。NASDAの時代から、地球を観測する衛星の光学センサはすべて画像を撮るもので、分光観測という光を細かく分けて測るセンサを用いるのは、これが初めてです。しかも、観測計画に従って地上からコマンドを送って細かい運用をするところも、画像を取得する地球観測衛星と異なっています。このように初めてのことが多いので苦労しました。

アメリカやヨーロッパはこうしたセンサの分野では先行しています。「いぶき」のセンサで追いつけたかどうかはわかりませんが、大きな一歩が踏み出せたと思います。将来は地球大気を観測するもっと先端的な技術をめざしたい。そのためにはどうしてもここで成功して、世界をリードしたいと思っています。

信頼性を高めるための妥協しない衛星づくり

宇宙利用
ミッション本部
GOSAT
プロジェクトチーム
関 義広
主任開発員

衛星システム全体の、主に機械系とプロジェクト全体の資金管理を担当しています。「いぶき」は信頼性を高めるという点では妥協しない衛星づくりをしてきました。各コンポーネントの図面を部品のレベルまで何十回も図面をチェックするというようなこともしてきました。太陽電池パドルも開発の途中で1翼から2翼に変更し、電力系を二重にしました。1翼が使えなくなっても、衛星自体は生き残って部分的ながらも観測を続けられる設計になっています。こうした設計の衛星はJAXAでもこれまでなかったと思います。

プロジェクト開始から6年弱ですが、スケジュールも常にタイトに管理してやってきました。かなり大変なこともありましたが、製造メーカの皆さんと力を合わせて、何とか京都議定書の第1約束期間に間に合わせるということを目標において進めてきました。打ち上げが迫っていますが、衛星というのは打ち上がってちゃんと働かなくては意味がありません。打ち上げ後の搭載機器のチェックなどもありますので、これからスタートという気持ちでいます。

所定の観測精度を保つ作業に向け、いよいよ本番

宇宙利用
ミッション本部
地球観測
研究センター
塩見 慶
開発員

地球観測研究センターでは「いぶき」で取得されたデータを処理して国立環境研究所に渡す仕事をします。現在はその準備作業をしております。「いぶき」にはいくつかの観測モードがあります。地球表面を格子状に観測するモードや、海上で太陽光の反射を観測するサングリント観測、あるいは特定的に地上観測を行っている地点を観測するモードなどがあります。こうした観測が軌道上で上手くいくように、データを見る立場から開発に参加してきました。

「いぶき」が打ち上げられた後、6か月間でちゃんとした精度が得られているかどうかを確認し、使えるデータに校正してユーザに配布します。所定の観測精度を出すためには温室効果ガス観測センサと雲・エアロソルセンサの両方がちゃんと精度よく合っていなければなりません。「いぶき」から送られてくるデータはきわめて大量です。それを処理しながら精度を検証していく作業の準備をしてきましたが、これからがいよいよ本番という気持ちでおります。

2008年11月、筑波宇宙センターで公開された「いぶき」

地球温暖化対策に大きな貢献を果たすものと期待されていますね。

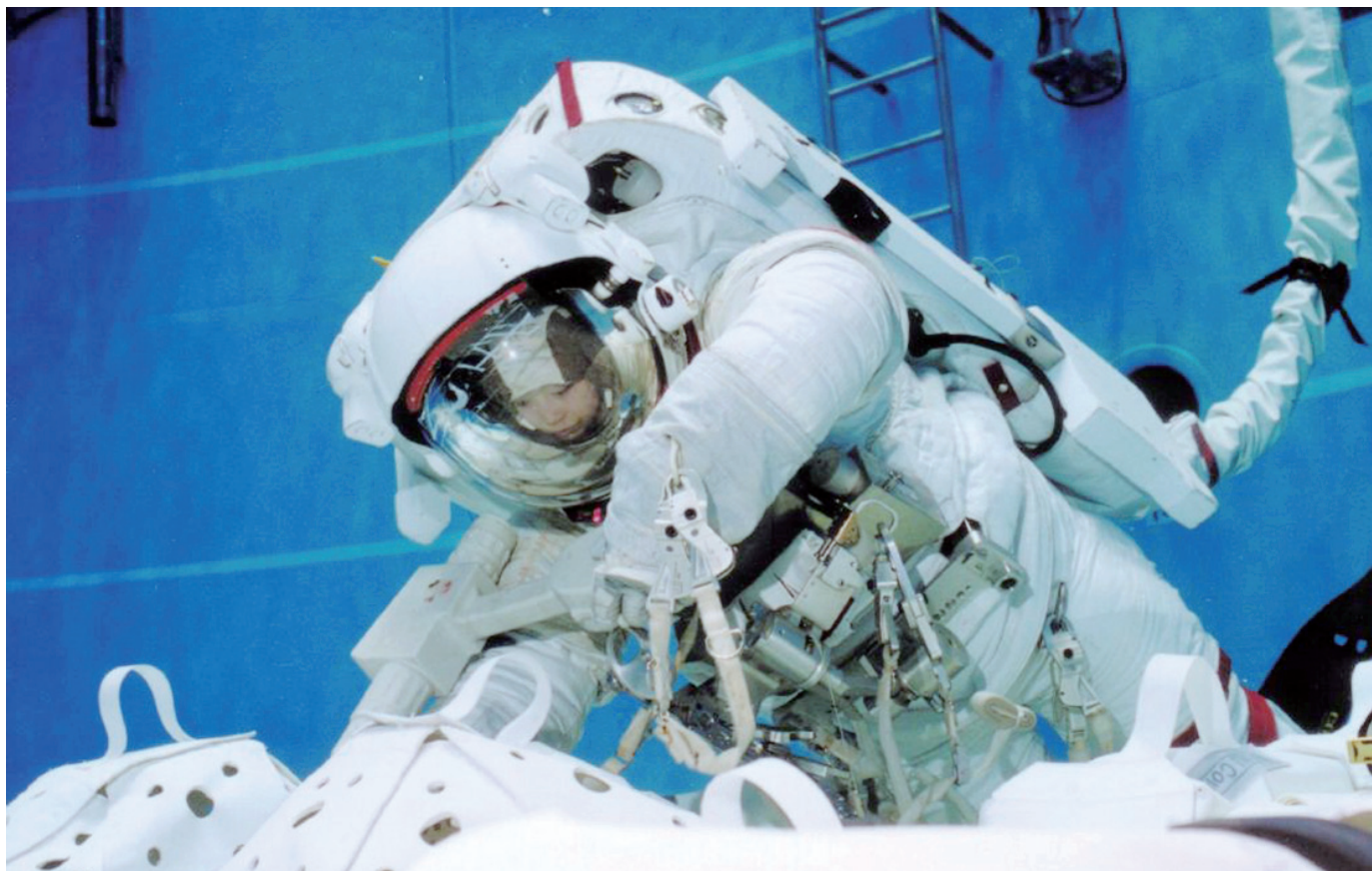
浜崎　ご存知のとおり、京都議定書は世界の先進国の二酸化炭素排出削減の目標を国ごとに定めており、非常に大きなターニングポイントになったと思いますが、温暖化対策全体としてはまだ不十分で、たとえば2050年までに全世界の排出量を半減させるといった、もっと大きな目標が必要です。そうしたより長期の目標をつくるためには「いぶき」のデータは大きく貢献できると思います。「いぶき」のデータを世界中の研究者に提供していきますので、温暖化予測の精度向上に役立つでしょうし、どれくらいの対策を講じればどれだけの効果がでるのかといったことについても大きな知見が得られると思います。こうしたものが「いぶき」の果たす国際貢献ということになります。

――「いぶき」の成果を、何らかの形で私たちも見られるとうれしいのですが。

浜崎　そうですね。全世界の温室効果ガスが3日ごとに観測できますので、たとえば、3日単位で全世界の二酸化炭素の分布をインターネット等で皆さんにお見せするとか、あるいは動画のようなものをつくるとか、いろいろなことを検討しています。まさに地球の息づかいを、私どもも見てみたいと思いますし、それを皆さんにもお届けしたいと強く思っています。

――そういうことが実現すると、「いぶき」への関心もより高まると思います。ありがとうございました。

1999年2月、古川、星出宇宙飛行士と共に
宇宙飛行士候補生に選ばれて訓練を続けてきた山崎直子宇宙飛行士が、
2010年2月11日（以降）に打ち上げられる
国際宇宙ステーション（ISS）の
組み立てミッション「STS-131」に搭乗することが決まりました。
スペースシャトル「アトランティス号」によるフライトです。

の搭乗ミッションが決定！

山崎宇宙飛行士は、1970年千葉県松戸市生まれ（旧姓角野）。お茶の水女子大学付属高校、東京大学工学部航空学科、同大学院航空宇宙工学専攻修士課程を終え、96年に旧NASDA（宇宙開発事業団）に入りました。エンジニアとして「きぼう」のシステムインテグレーションや、故障解析、組み立て、初期運用手順作成などに関わってきました。

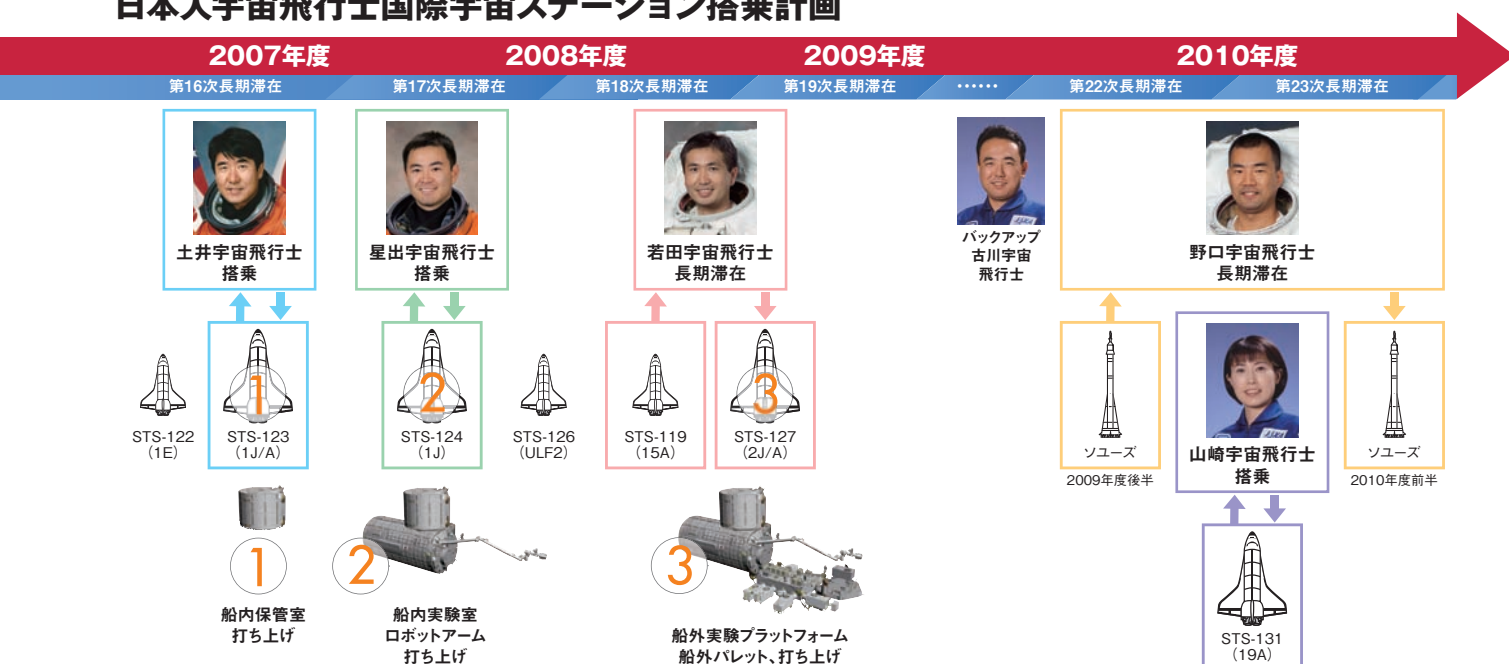
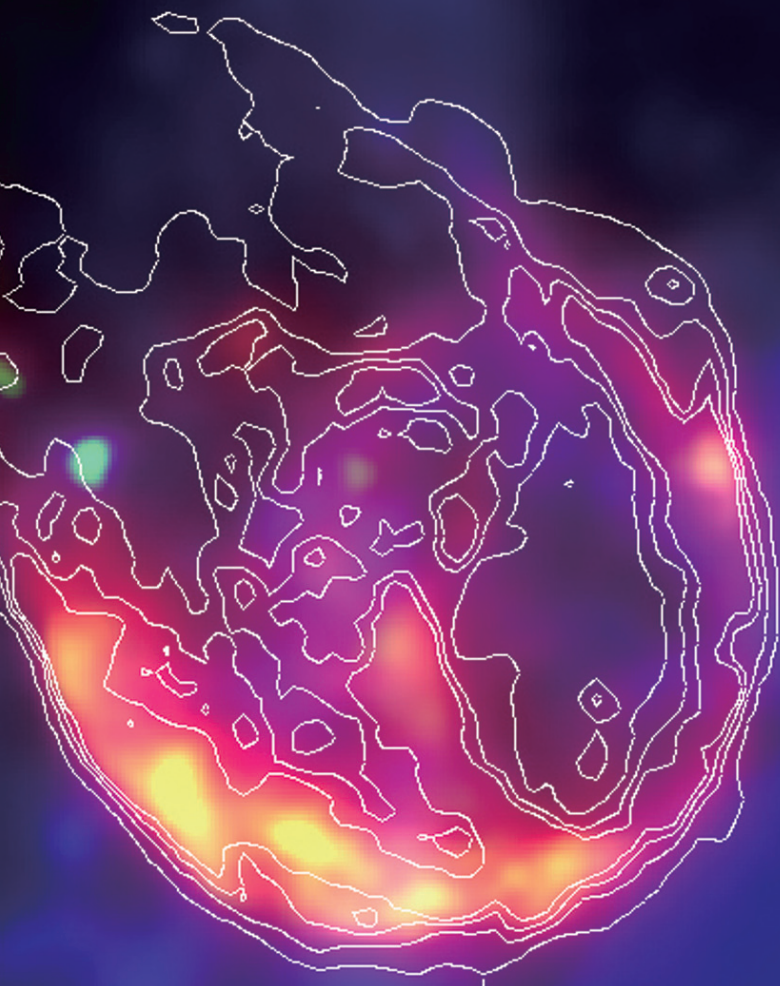
1999年2月の候補生選定に続き、同年4月からはNASDAの実施するISS搭乗宇宙飛行士の基礎訓練に参加、2001年4月からはNASAでアドバンスト訓練が始まりました。01年9月にロシアでのサバイバル訓練を最後に基礎訓練を終え、同月、正式に宇宙飛行士として認定されました。

2003年2月のコロンビア号事故に際し、原因究明のためスペースシャトルのフライト計画が一時凍結されたことを受け、日本人宇宙飛行士の搭乗の機会を広げる目的から、ロシアでソユーズ-TMA宇宙船運航のための訓練（通算6か月間、計825時間）に参加し、04年5月に同宇宙船フライトエンジニアの資格を取得しました。

山崎直子宇宙飛行士

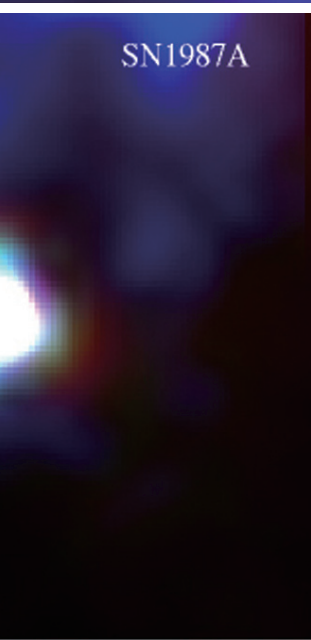
2008年3月の「きぼう」船内保管室の取り付けのためのSTS-123ミッションでは、クルーサポートアストロノートとして、土井隆雄宇宙飛行士らの作業を筑波宇宙センターの管制室から支援しました。

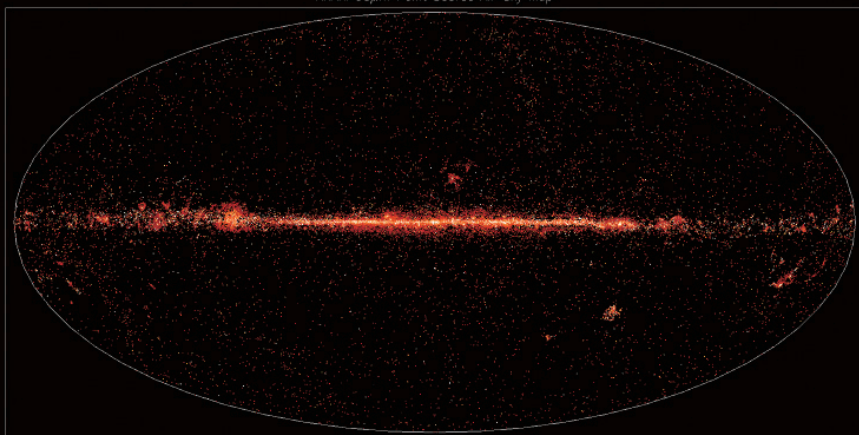
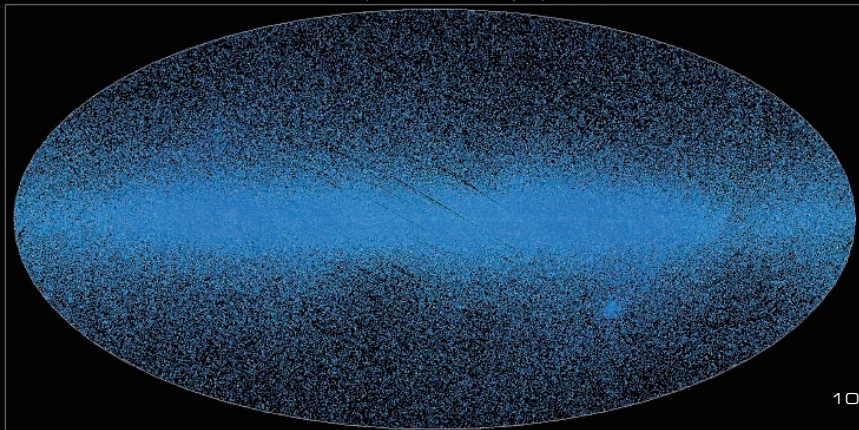
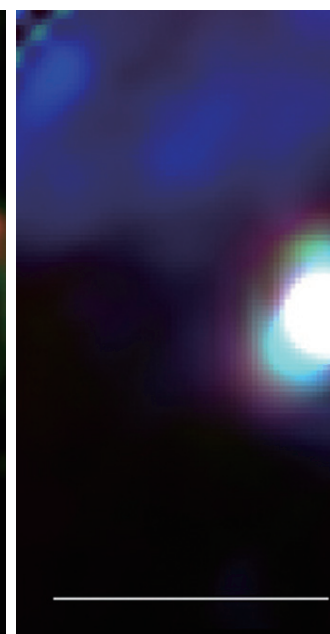
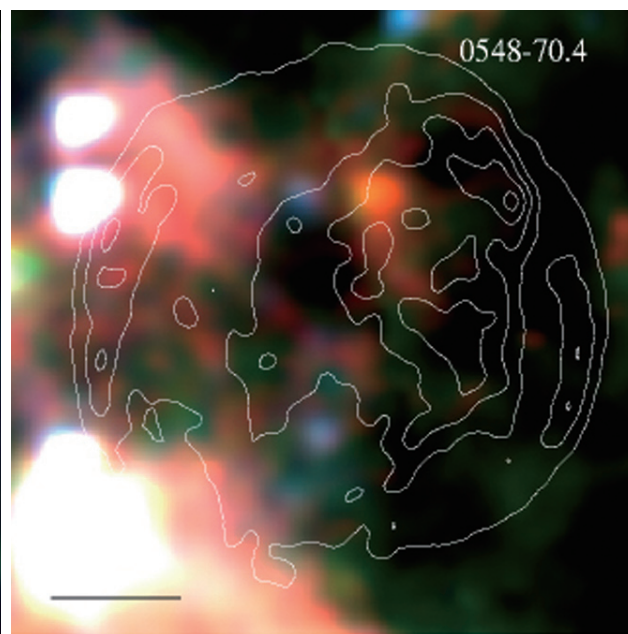
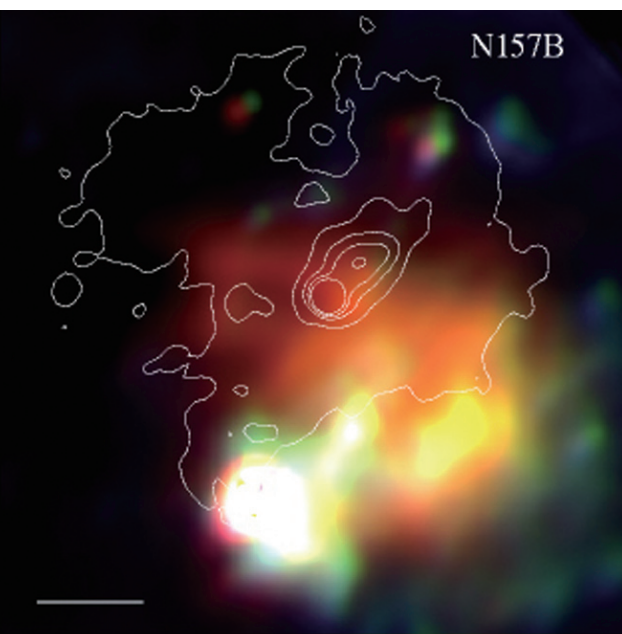
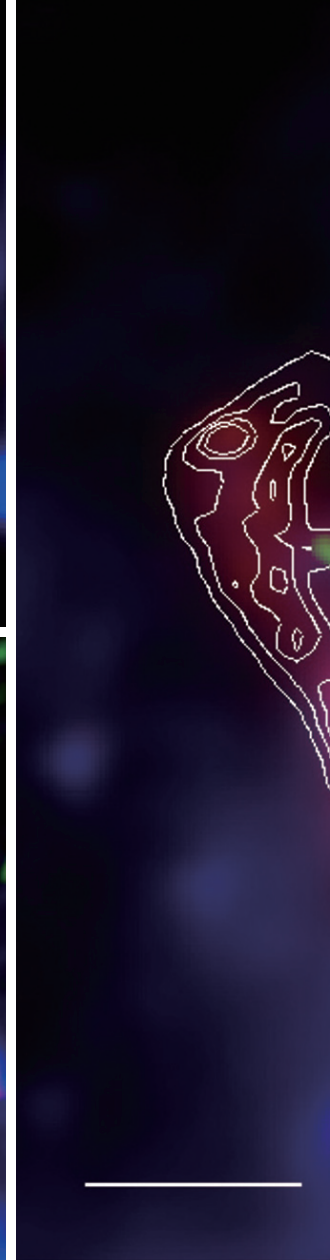
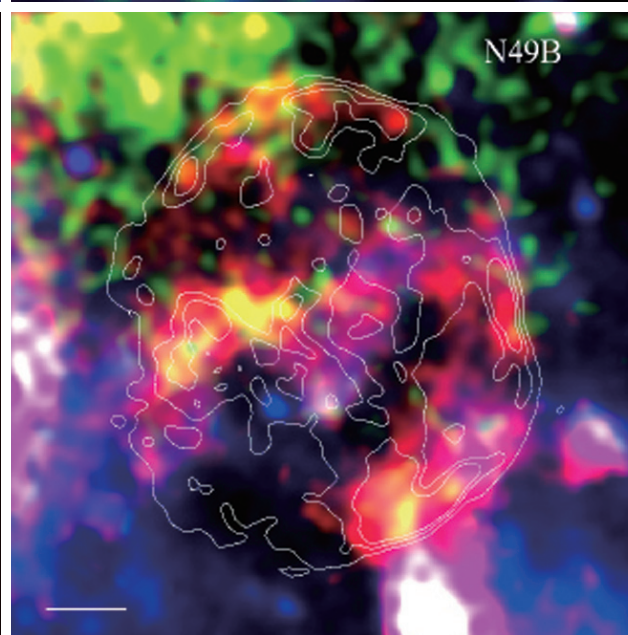
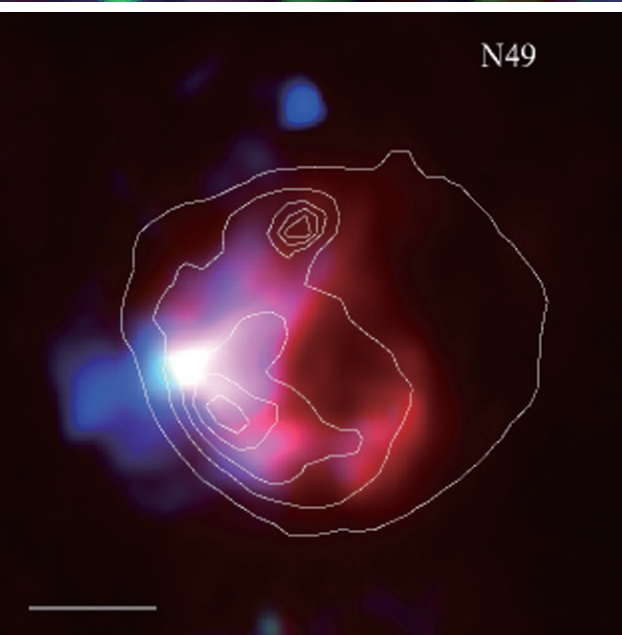
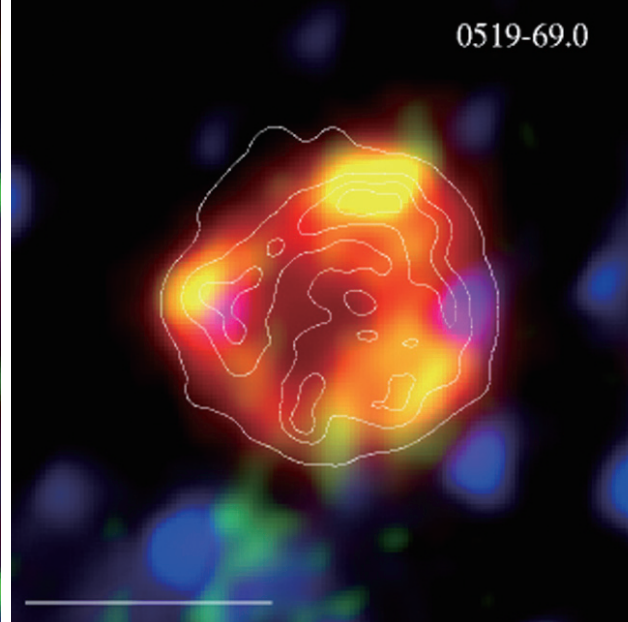
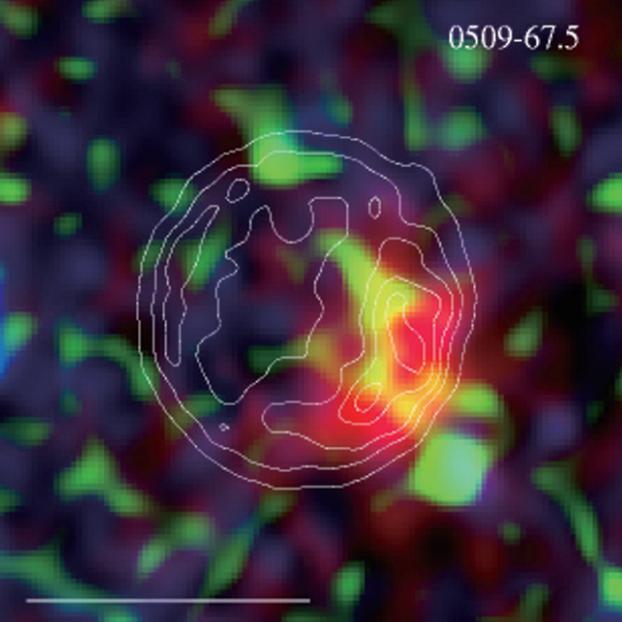
引き続き同月からNASAで20か月にわたるミッション・スペシャリスト（搭乗運用技術者：MS）訓練に参加、06年2月に認定を受けました。（左の写真は、2004年に米国で行われたサバイバル訓練の様子）

そして2008年11月11日、搭乗フライト決定が発表され、JAXA東京事務所で記者会見が行われました。ミッション・スペシャリストとして、スペースシャトルの操作、国際宇宙ステーションの組み立てに参加する抱負を述べました。

赤外線天文衛星「あかり」の最新成果

２００６年２月22日に打ち上げられた赤外線天文衛星「あかり」は07年８月に液体ヘリウムを全量消費し、１年半の観測によりフルサクセスを達成し、現在は冷凍機のみの冷却により、近赤外線観測を継続中です。「あかり」の最新成果をご紹介します。

N132D

SN1987A

▶赤外線天体カタログ初版の完成

「あかり」の全天サーベイによる赤外線天体カタログの初版が完成し、研究を開始しました。カタログに収められた天体の数は遠赤外線で約６万４０００個、近赤外線で約70万個です。上図は遠赤外線カタログの天体を、下図は中間赤外線カタログの天体を天球図上にプロットしたものです。中央が銀河系（天の川）の中心方向で、横に延びる天の川に沿って、星がつくられつつある領域が分布しています。

（図中の白い等高線で表されているのは、超新星残骸が出すX線の明るさ。また、各図の左下の線は20光年の距離を表す）

▲大マゼラン雲の超新星残骸

「あかり」は、大マゼラン雲中の８個の超新星残骸から強い赤外線放射をとらえました。
質量の大きな星は、その一生の最期に超新星爆発を起こし、その残骸が宇宙空間に広がっていきます。
これまで、超新星残骸では、星間物質中の宇宙塵が壊されると考えられてきました。
しかし「あかり」は、消えてしまったと思われていた比較的小さく高温の塵が残っていることを
初めて検出しました。このことは、超新星残骸で破壊される塵は、
これまで考えられていたよりも少ないことを示唆しています。
（ソウル大学・Ji Yeon Seok 大学院生、Bon-Chul Koo 教授、東京大学・尾中敬教授等による）

君たちへ

前編

このほど発表された山崎直子宇宙飛行士のスペースシャトル搭乗は、2人目の日本人女性ということもあり、ニュースとして大きく取り上げられました。今年の土井隆雄、星出彰彦、両宇宙飛行士による「きぼう」組み立てミッションに続き、来年は若田光一、野口聡一の2人の宇宙飛行士による国際宇宙ステーション長期滞在も予定されています。日本人宇宙飛行士のフライトが、ここに来てようやく頻度を増し、日常的なものへと一歩ずつ近づいてきたと言えます。そこで今回は、日本人宇宙飛行士の原点とも言うべき1985年の第1次選考で候補者に選ばれ、その後現在までの23年間でそれぞれ2回のフライトを体験した毛利衛、向井千秋、土井隆雄の3人の宇宙飛行士に集まってもらい、「宇宙飛行士になるというのは一体どういうことなのか」をテーマに座談会を企画しました。来年新たに誕生する宇宙飛行士候補者たちへのメッセージの意味合いも込め、選考当初の心境なども話してもらっています。今回は、その前半部分をお届けします。

（司会：的川泰宣・JAXA技術参与）

ただ応募したことがうれしいという単純な気持ち

的川　JAXAでは今、宇宙飛行士を募集していて、3月には新しい宇宙飛行士が誕生する予定です。そこで今日は皆さんに集まっていただいて、一番の先輩たちから彼らへのメッセージをいただきたいと思います。そうは言っても、いきなりメッセージでは味気ないので、3人が初めて日本の宇宙飛行士になった頃のことからお話をうかがいたいと思います。

毛利　3人で一緒に対談するのは、大澤理事長（大澤弘之・元NASDA理事長）が本を出した時以来じゃないですか。

的川　『日本ロケット物語』。

毛利　あっ、そうです。20年くらい前かな。

的川　ずいぶん昔ですね。ところで、最初にうかがいたいのは、宇宙飛行士に応募した時の気持ちです。覚えていますか？

毛利　最近、そういうことを聞かれることもなくなりましたが、思い出してみると、1983年の12月から翌年1月末が申し込み期間だったんですが、その前に8月の毎日新聞に宇宙飛行士募集というニュースが出たんです。それをたまたま見つけて、すごいと思って応募したんですけど、選ばれるということはまったく考えていませんでした。ただ応募したということがうれしいという単純な気持ちでした。

的川　しかし、例の、子どもの頃にテレビ画面の中のガガーリンと一緒に撮った写真があったということは、その頃から宇宙飛行士になりたいという気持ちはあったんでしょう。

毛利　あの写真は、宇宙飛行士に選ばれて報道の方から「子ども時代はどうだったのですか」とすごく質問されるので、昔のアルバムを全部見ていたら、たまたま見つかったんです。中学生の頃は、宇宙飛行士の切手をたくさん集めていました。それから宇宙に関する新聞記事も。

的川　宇宙への思いというのが潜在的にあって、それで募集があるとわかったら、すぐに応募した。

毛利　そのとおりです。

まさか日本人が宇宙に行けるなんて思わなかった

的川　向井さんはガガーリンが宇宙を飛んだ時に何か思ったことはあるんですか。

向井　私は感激屋ですから、ガガーリンが飛べば伝記を読み、テレシコワが飛べば伝記を読んでいました。だけど当時は、まさか日本人が宇宙に行けるなんて思わないじゃないですか。だから自分が宇宙飛行士になりたいなんていう、今の子どもたちがもつような夢はありませんでした。「向井さんはいくつの時に宇宙飛行士になりたいと思ったんですか」とよく聞かれますが、だいたいみんな、小さい頃の5歳とか6歳のころとか

宇宙飛行士をめざす

毛利衛、向井千秋、土井隆雄、3宇宙飛行士 座談会

毛利衛宇宙飛行士
1948年生まれ。北海道大学理学部化学科卒業。
フリンダース大学博士課程修了。北海道大学助教授を経て、
85年搭乗科学技術者（PS）に選定。92年、
エンデバー号に搭乗して「ふわっと'92」
宇宙実験（STS-47）。98年、搭乗運用技術者（MS）の
資格を取得。2000年、エンデバー号にMSとして
搭乗（STS-99）。同年10月〜日本科学未来館初代館長。
理学博士。学術会議会員。東京工業大学連携教授。

向井千秋宇宙飛行士
1952年生まれ。慶応義塾大学医学部卒業。
医師免許取得。同大学博士号取得。
85年、毛利衛、土井隆雄と共にPSに選定。
94年、第2次国際微小重力実験室（IML-2）計画の
PSとしてコロンビア号に搭乗（STS-65）。98年、
NASAのジョン・グレン宇宙飛行士らと共にPSとして
ディスカバリー号に搭乗（STS-95）。
2004〜07年、国際宇宙大学の修士コース客員教授。
07年〜有人宇宙環境利用ミッション本部
有人宇宙技術部 宇宙医学生物学研究室 室長。

土井隆雄宇宙飛行士
1954年生まれ。東京大学工学部航空学科卒業。
同大学大学院博士課程修了（宇宙工学）。
毛利衛、向井千秋と共にPSに選定。96年、
MSとして認定。97年、コロンビア号に搭乗（STS-87）。
日本人宇宙飛行士として初めての船外活動。
2008年3月、エンデバー号に搭乗し、
「きぼう」船内保管室をISSに取り付け（STS-123）、
ロードマスター（物資移送責任者）としてスペースシャトル／
ISS間の物資移送作業の全体を取りまとめた。
ライス大学大学院博士課程修了（天文物理学）。

そういう答えを期待しているんです。でも私の場合、32〜33歳でした。募集の記事を見た時に驚いちゃったんですよ。宇宙飛行士ってアメリカやソビエトの軍人の仕事かと思っていたら、日本人で男女は問わない。すごいなと思って、そこからですよ、宇宙に行ったらどういうふうに地球が見えるんだろうとか、重力が無いところって面白いだろうなとか思い始めた。

的川　土井さんはいつ頃から宇宙飛行士になりたかった？

土井　あまり覚えてないんです。

向井　ずっと小さい頃からだって言っていたじゃないですか。宇宙の果てまで行きたいと言うので、どこまで行きたいかと聞いたら……。

毛利　帰って来なくてもいいと言っていた。

土井　そう、中学生の時に星を見始めて、宇宙に探検に行ってみたいと思っていましたが、具体的にどうやって行くかというところはずっと見えていなかった。そこで大学に入って自分でロケットを作ろうと思ったくらいだから。ちょうど大学を卒業して宇宙飛行士の募集が始まって、すごい、もしかしたら本当に宇宙に行けるかもしれないなと思いました。

お手本がない。だから どの訓練も面白かった

的川　宇宙飛行士に合格した後で、「予想とだいぶ違っていたな」と感じたことはありましたか。

毛利　もちろん、たくさんありました。私たちは第1期生だったので。びっくりしたのは、宇宙飛行士に受かった後、赤坂プリンスホテルで赤じゅうたんのところに行ったら、すごい数のテレビカメラと記者が並んでいた。

向井　あの時は皆に会わないようにと通用門から調理室やリネンの横を通って誘導されて、ドアを開けたら、フラッシュをパシャパシャパシャとすごい勢いでたかれ

て、目がくらみそうでした。

的川　一挙にそうなったんですね。その後はいかがでしたか。

毛利　訓練計画がちゃんとできているものだと思っていたら日本としては経験が無いので、試行錯誤で訓練チームと一緒になってつくっていったようなものだよね。

向井　前の人からの情報って何もないんです。お手本がない。だからどの訓練も面白かった。ただその後、86年1月にチャレンジャー事故が起こって、予定が立たなくなってしまいました。本当だったらNASAのマーシャル宇宙飛行センターに行って訓練を続けるはずだったのが、明日やることがなくなってしまった。スペースシャトルの飛行が中断され、日本の計画もホールドされちゃった。それで私たちは自分の専門に合わせてそれぞれ留学したんです。私の専門は医学で、宇宙医学を勉強したいと思っていたので、ジョンソン宇宙センターにいました。

的川泰宣技術参与

的川　チャレンジャーの事故で、おそらく3人のフライトがかなり延びるなという感じがしたと思います。その時は正直言うとどういう気持ちだったですか。

土井　シャトルがいつ飛ぶかはわからない、もう飛ばないかもしれない、すごい不安定な感じでしたよね。でも、私たちは絶対飛ぶということを前提として、向井さんが言ったように、シャトルが再会されるまでは自己研修ということになりました。ぼくは、コロラド大学に宇宙の流体現象の研究に行きました。

向井　シャトルは2年8か月飛ばなかった。再開したSTS－26のフライトの時、私は医師団のメンバーとしてモハーベ砂漠のバンデンバーグ基地でランディングを待っていたんです。シャトルが帰ってきたのを見た時は、みんな泣いていましたね。みんなが泣いていることに気がついたら、私も泣いていた。

毛利　そう、あの時は当時のブッシュ副大統領が来ていた。土井さんもあの時、一緒に行ったんだっけ。

土井　一緒に見ましたよ。シャトルが頭の上に飛んで来て、バーンバーンとソニックブームが聞こえて、皆すごい歓声を上げました。本当にお祭りだった。

シャトルは落ちちゃったし、どうなるんだろうと…

向井　私があの頃つらかったのは、有人のロケットをもっていない国が有人宇宙飛行を始めたといって、私たちがNASAに入っていったでしょう。NASAの連中から見ると、自分たちの座席を取りにきている、おびやかしている、そういう感覚だったんですよ。スペースラブの座席は1つしかないし、シャトルは落ちちゃったし、これどうなるんだろうと思いましたね。

的川　今の向井さんの言葉にあった、日本が輸送手段をもたないで有人のプログラムを始めたという点についての感想はどうですか。

毛利　それは、日本では無理だと思っていたので、アメリカと一緒に組んでやるというのは初めから受けいれていました。

的川　土井さんは？

土井　本来、やり方は逆ですよね。まず自分で打ち上げロケットをもつべきですが、あの頃のNASDAのロケットの輸送能力から言って、有人飛行がいきなりできる状態ではない。そういうところでとりあえず有人をやろうとすると、アメリカのスペースシャトルに乗るという発想になるわけです。それは別に悪いとは思わない。結果的に日本で有人宇宙開発を始めるよい時だった思います。でも、これからもNASAばかりに頼ってはいけない。

向井　スペースシャトルに乗るのは全然問題ないんだけども、あの時は座席は1回きり。計画を立てて、戦略的に何かをめざしているというようなものはなかった。

毛利　実際には国際宇宙ステーション計画がもう始まっていた。一応スケジュールとしてはあったんだけど、シャトルの具体的なものが見えてこなかったね。（以下、次号）

1 第1次材料実験（FMPT）日米合同訓練にて
2 PSとして訓練中の様子
3 「きぼう」の船内実験室のモックアップ内で

月周回衛星「かぐや」が観測したシャックルトン・クレーター

クレーター底部の表面に水の氷が露出した形で多量に存在する可能性がないことを明らかに

© JAXA/SELENE

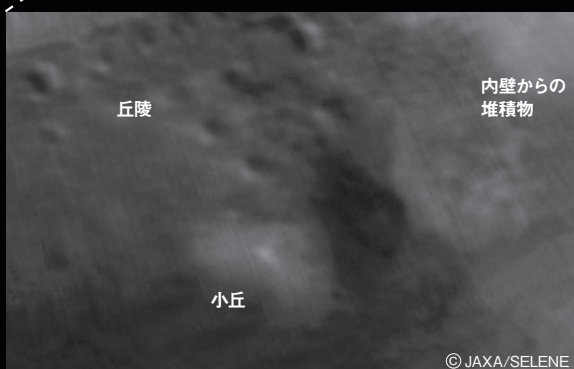
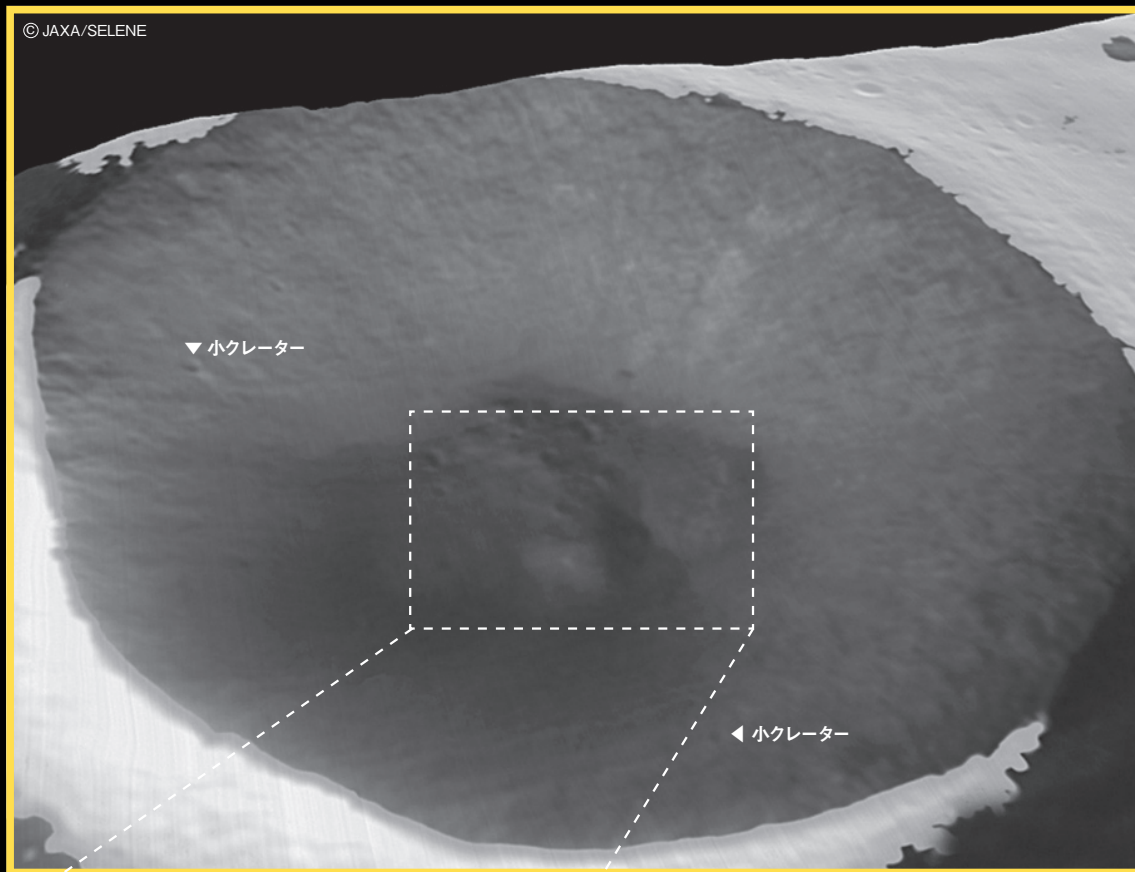
▼小クレーター

◀小クレーター

丘陵

内壁からの堆積物

小丘

© JAXA/SELENE

「かぐや」の地形カメラがとらえたシャックルトン・クレーターの内部

月周回衛星「かぐや」は、月面拠点候補地の1つとして注目されている南極シャックルトン・クレーターの観測を行い、その結果が11月7日発行の米国科学雑誌『サイエンス』に掲載されました（＊）。

このクレーターは直径21㎞で、南極点近くに位置するため、内部には1年を通して太陽光がまったく当たらない永久影が存在します。クレメンタイン衛星（1994年、米国打ち上げ）やルナープロスペクター衛星（98年、米国打ち上げ）によって、その底には水の氷があるかもしれないとされていましたが、「かぐや」の地形カメラがとらえたクレーターの内部には、水氷とみられる高い反射率の場所は存在しませんでした。クレーター底部の表面付近に水氷が露出した形で大量に存在する可能性はなく、水氷があったとしても、非常に少ない量で土と混ざっているか、土に隠れてしまっていると考えられます。

地形カメラの観測データから、クレーター内部の詳細な3次元立体視画像も世界で初めて作成されました。その結果、クレーターの深さは4・2㎞、斜面の角度は30度で、直径6・6㎞の平底には小さい丘や丘陵、内壁からの堆積物とみられる部分があることもわかりました。

＊表題は「Lack of Exposed Ice Inside Lunar South Pole Shackleton Crater」。オンライン版では10月23日に先行掲載されています。

「かぐや」のハイビジョンカメラが撮影した月南極付近とシャックルトン・クレーター

© JAXA/NHK

▼シャックルトン・クレーター

新しい価値を創造する「宇宙ことづくり」の発信地 きぼう利用プロモーション室

ねらいは、幅広い分野の利用の掘り起こし

微小重力、軌道周回、有人滞在施設などの特徴をもつ、「きぼう」日本実験棟の特殊な空間。この特徴が秘めている新しい利用の可能性をさらに引き出すため、JAXAで新たな機能が誕生しました。それが、「きぼう利用プロモーション室」です。

「きぼう」では本格的な運用がスタートした2008年6月からさまざまな実験が進められていますが、きぼう利用プロモーション室のねらいは科学実験だけではなく、産業応用や文化、ビジネスなど幅広い分野の利用ミッションを掘り起こすことにあります。そのため、大学、産業界、発想を持っている人などを対象にアプローチしているのが、プロモーション室のフロント的役割を担っている小林智之技術領域リーダです。

「もともとは宇宙環境利用の窓口として、『きぼう』打ち上げ前から『きぼう利用相談室』というものがあったんですが、問い合わせがあればそれに答えるという、まさに相談室でした。これからは名前を変え、さらに『きぼう利用フォーラム』という広場を形成してプロモーションを進めることにしました」

「きぼう利用フォーラム」へは、専用ウェブサイトからメンバー登録ができます。きぼう利用プロモーション室ではメンバー同士が交流できるよう情報を提供したり、講演会やセミナーを開催します。そこで新たなテーマが生まれたら、JAXAに応募するまでをコーディネイトするというのが基本的なシステムです。

有人宇宙環境利用ミッション本部 宇宙環境利用センター
技術領域リーダ
小林智之

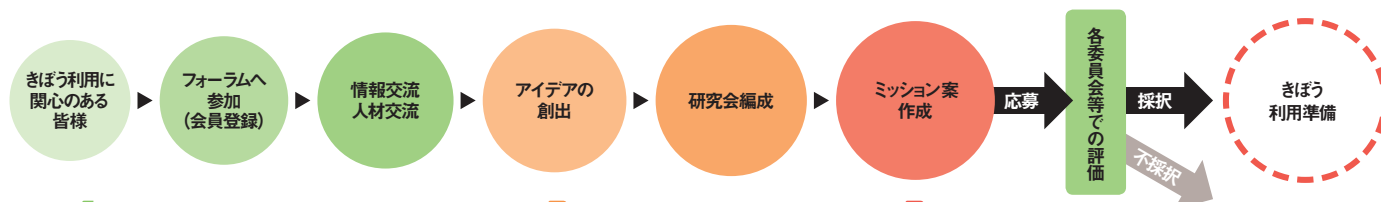
宇宙を使って社会の価値観を変えていきたい

「今、1つ動きつつあるのは『睡眠と社会ときぼう利用』という構想です。実は、睡眠障害が社会に与えるインパクトは非常に大きい。様々な労働環境で睡眠障害を起こした結果、大変な事故を起こすこともあります。そこで、睡眠の『質』を判断して、睡眠の健康状態を管理できるようなデータをつくり、社会に価値のあるサービスを充実させようという構想です。その中で鍵となるのが小型・高性能・軽量な『脳波計』です。今日、医療機関で使われている様な大掛かりな仕組みではなく、きぼうでも使えるような、額にちょっと付けるだけで睡眠時の脳波を計る仕組みは、宇宙飛行士の健康管理にも大変有効です。そこで『きぼう』の特徴を利用しよう、ということになります」

睡眠と宇宙という、一見唐突とも思える組み合わせから、アイデアが生まれ、新しい価値が創造される。それを小林技術領域リーダは「宇宙ことづくり」と表現します。

「たとえば小さな脳波計ができたら、私は社会が変わると思います。『きぼう』を、社会の価値観が変わるような使い方をしようというのが根本にあります。私たちが今まで担当していたのは新素材創成やデータ取得などいわば『ものづくり』に直結する取り組みでしたが、これからは社会に役立つ『ことづくり』というわけです。今この世に生きている皆さんは、人類史上初めて、宇宙を使える機会をもっているんです。このチャンスを、ぜひ活かしてください」

よくあるような自分にとって有利な情報を得るための異業種交流会ではなく、「議論し、共感できるチームを組む」ことを目指して、見込みによる絞込みを伴い、方向性を持った探索ができるフォーラム。ここからどんな「ことづくり」が始まるのか、とても興味を引かれます。

きぼう利用フォーラム活動の流れ

phase 1
「フォーラムへの参加」と「情報交流・人材交流」
宇宙に関心があり、宇宙での独自の研究活動や技術開発、ビジネス利用等を考えている人なら誰でも参加できるステージです。

phase 2
「アイデアの創出」と「研究会編成」
創出されたアイデアに価値観を共有したメンバーが集まり、「きぼう」を利用するミッション案を検討するために、JAXAは研究会からの要請に応じて「きぼう」利用に必要な技術情報の提供や専門的なアドバイスを行っていきます。

phase 3
「ミッション案の検討・創出」
研究会では、利用分野ごとの応募プロセスに向けて、「きぼう」利用ミッション案を検討します。

「世界天文年2009」まもなくスタート

ガリレオ・ガリレイが自作の望遠鏡で宇宙の観測を始めてからちょうど400年となる2009年は、国際天文学連合とユネスコによって"International Year of Astronomy"と定められました。日本語での正式名称は「世界天文年」です。直訳の「国際天文年」としなかったのは、先進国だけでなく世界全体を盛り上げたいという日本委員会の明確な意思の表れです。今回は、世界天文年を間近に控え、JAXAや国立天文台などの研究機関、そして科学館・公共天文台などが中心となって進めている、宇宙に親しんでいただくイベントの一部をご紹介します。

「木もれ日を見よう」キャンペーンで安全な日食観察

まず、世界天文年に行われる国際的な企画としては、たとえば「コズミックダイアリー」という世界各国の天文学者によるブログに、JAXAからも私を含め数名がブロガーとして参加する予定です。私たち天文学者の日常を垣間みるいい機会だと思いますので、ぜひご覧ください。

一方、日本での国内企画の目玉は薩南諸島などで見られる7月22日の皆既日食に関連するイベントです。H-ⅡB初号機の打ち上げを控えた種子島宇宙センターも皆既帯にぎりぎり入りますが、より条件のよいエリアは収容能力や通信インフラの弱い離島・洋上のため、超高速インターネット衛星「きずな」を使った日食映像のインターネット配信が企画されています。

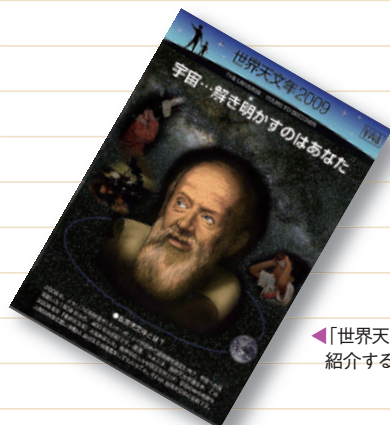
また、部分日食であれば日本全国で楽しめます。部分日食はいい加減なフィルターを使って観察すると目を傷めるおそれがありますので、JAXA宇宙教育センターを中心に、「木もれ日を見よう」全国キャンペーンを準備中です。この方法は木もれ日が部分日食の形になることを利用した手軽で安全な日食観察法ですので、職場で、学校で、家庭で、ぜひ観察していただきたいと思います。太陽観測衛星「ひので」の成果を中心とした太陽に関する講演会も予定しています。

太陽や月・金星の観望を企画中

展示品の貸し出しや講師の派遣も行います。JAXAも協力している世界天文年2009巡回企画展「ガリレオの天体観測から400年 望遠鏡が切り開いた宇宙(仮)」は、東京から仙台、名古屋、大阪を回りますし、JAXA独自の巡回展として「太陽のふしぎ」、「月のふしぎ」、「日本の宇宙科学の歴史」、「日時計の楽しみ(仮)」も全国各地を回ります。講師派遣の依頼にも積極的にお応えしています。

これと並行して、「めざせ1000万人！ みんなで星を見よう！」では、生の星空やプラネタリウムをより多くの方々に楽しんでいただくべく、全国各地で観望会などを行います。「かぐや」や「ひので」を運用し、2010年には金星探査機PLANET-Cを打ち上げるJAXAも、太陽や月や金星を観望のターゲットにします。小さな望遠鏡をもって夜の街に繰り出して道行く人に月や金星を見ていただいたり、日中には太陽のHα輝線観測用の望遠鏡でプロミネンスを見ていただくことを考えています。日本委員会では、主催企画のほかに天文・宇宙関係の良質なイベントや書籍を公認しています。人類の月着陸40周年を記念して来年1月から日本公開されるアポロ関連の映画もその1つで、私も字幕監修や東京国際映画祭での舞台挨拶に駆り出され、戸惑いながらも楽しんでいます。

Seiichi Sakamoto
宇宙科学研究本部宇宙科学情報解析研究系教授。
専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。写真は東京国際映画祭での舞台挨拶中のスナップ（提供：TIFF）

▲部分日食中の木もれ日。
影の部分で三日月のように見えるのが、日食中の太陽。（撮影：吉住千亜紀）

◀「世界天文年2009」を紹介するパンフレット

◀これを旗にしたものが2月のスペースシャトルの公式飛行記念品(OFK)として若田宇宙飛行士と共に宇宙に旅立つ予定です。

▲ガリレオ君と仲間たち
ⒸIYA2009/Fujii&Takata

世界天文年日本委員会ウェブサイト http://www.astronomy2009.jp/

最　前　線

INFORMATION 1

四国地方非常通信訓練で

「きずな」の非常用通信等伝送実験を実施

JAXAと自治体衛星通信機構（LASCOM）は11月14日、徳島県立防災センター（徳島県板野郡）で行われた四国地方非常通信訓練に参加しました。

訓練では、今年2月に打ち上げた超高速インターネット衛星「きずな」の可搬型地球局をJAXA地球観測センター（埼玉県鳩山町）に1台と防災センターグラウンドに3台設置し、防災センターに「県災害対策本部／現地本部／被災地」を仮想的に配置。災害現場における「きずな」の通信システム及び地球局の実用性に係わる検証を実施しました。

当日行った基本実験の概要は、次の3つとなります。

①被災状況をハイビジョンカメラで撮影し、その映像を無線LANから「きずな」を経由して現地本部（会議室）へ8Mbpsで伝送。

②陸域観測技術衛星「だいち」が宇宙から実際に撮影したハイビジョン観測映像を地球観測センターで受信し、その映像を「きずな」経由で県災害対策本部に10Mbpsで伝送。

③県災害対策本部と現地本部（会議室）にハイビジョンテレビ会議システムを設置し、「きずな」経由（16Mbps）で2地点間を結んで、災害情報を共有。

（上）「きずな」での実験概要
（下）当日の実験風景
（防災センター）

北海道大樹町で

極超音速ターボジェットエンジン燃焼試験

JAXAはこのほど、北海道大樹町の大樹航空宇宙実験場で、マッハ5クラスの極超音速機へ搭載するため開発中の極超音速ターボジェットエンジンの燃焼試験を行いました。

JAXAでは、2004年から液体水素を燃料とする推力100kg級の小型予冷ターボジェットの開発に着手しており、今回の試験はエンジン及び実験機に搭載した機器類の健全性を確認することを目的としたものです。

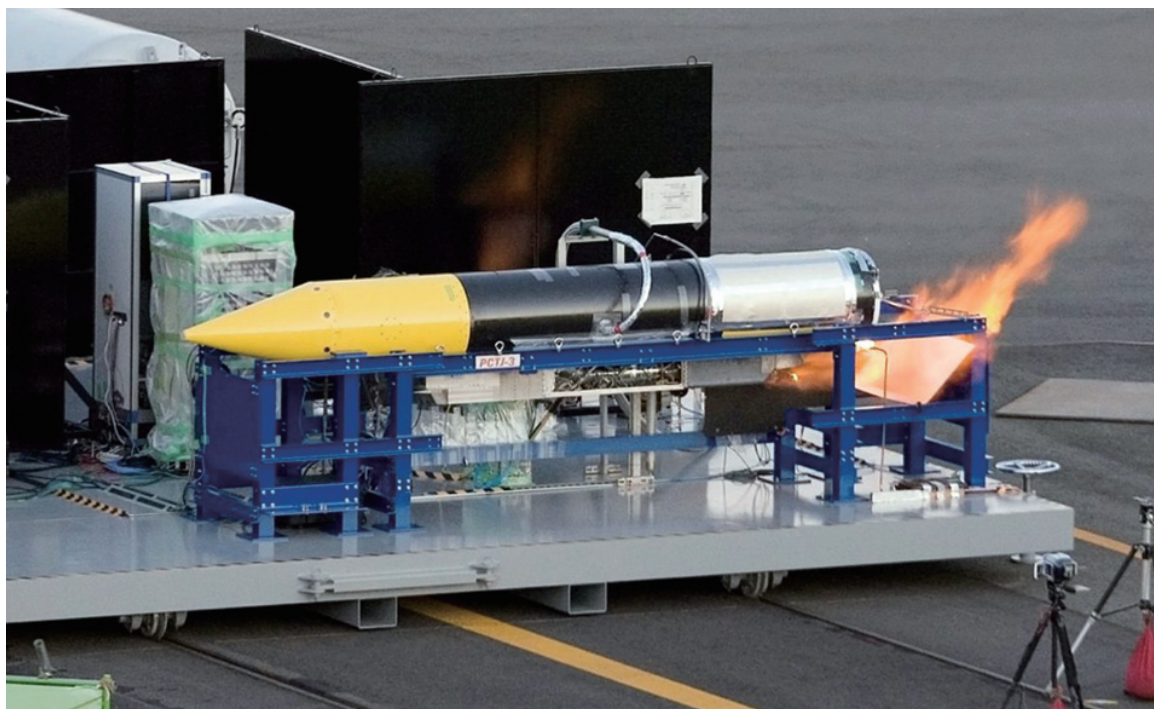
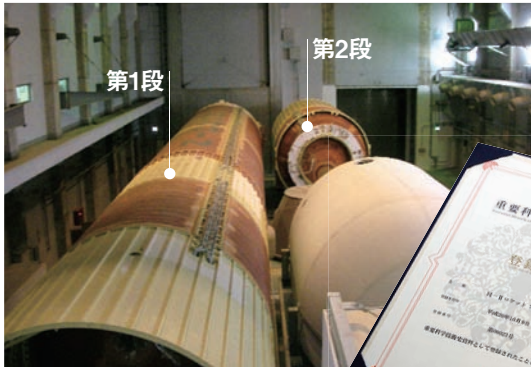
当日は、実験機に搭載した形態でエンジンの運転、計測を実施し、搭載機器の機能を確認すると共に、実験機の推進薬充填及び推進薬排出手順の確立も行いました。

J　A　X　A

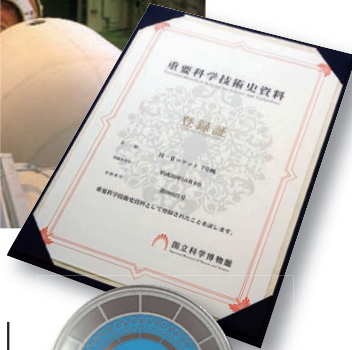
INFORMATION 3

天皇皇后両陛下、スペイン国王ご夫妻が筑波宇宙センターを訪問

天皇皇后両陛下と、国賓として来日していたスペイン国王ご夫妻が11月12日、筑波宇宙センターを訪問されました。両陛下と国王ご夫妻は、「きぼう」日本実験棟のエンジニアリングモデルをご覧になり、白木邦明理事、向井千秋宇宙飛行士からの説明に熱心に耳を傾けておられました。その後、宇宙ステーション運用棟にある「きぼう」の運用管制室をご覧になりました。

「きぼう」エンジニアリングモデルをご覧になる天皇皇后両陛下と国王ご夫妻

INFORMATION 4

H-Ⅱロケットが「未来技術遺産」に登録

種子島宇宙センターで保管されているH-Ⅱロケット7号機（実機）が、国立科学博物館が選ぶ「未来技術遺産」に登録され、10月9日、同館で記念の盾と登録証の授与式が行われました。今回が第1回目となるこの制度では、同館の産業技術史資料センターでリストアップされた紡糸設備、通信機器、電力設備、産業用ロボット、電卓、半導体製造装置など、日本の科学技術と産業技術の発展を示す貴重な科学技術史資料23件が登録されました。H-Ⅱロケットは初の純国産大型ロケットとして選定されたものです。種子島宇宙センターの施設見学ツアーで、この実機をご覧いただけます（無料、要予約。TEL.0997-26-9244まで）。

種子島宇宙センターにある
H-Ⅱロケット7号機の実機（上）
「未来技術遺産」の登録証書（中）と
盾（下）

INFORMATION 5

第16回衛星設計コンテストの受賞作品決定

学生の自由な発想による小型衛星などさまざまな宇宙ミッションのコンセプト、アイデア、設計構想等を全国から募集する、第16回衛星設計コンテストの最終審査会が11月2日、都内で開催されました。今年も、厳しい審査を通過した設計3チーム・アイデア5チーム、そしてジュニア部門5チームの中から、設計大賞、アイデア大賞、ジュニア部門賞、各学会賞、ジュニア部門奨励賞、今年から新設された最優秀模型賞の各賞がそれぞれ決定しました。

設計大賞に選ばれたのは、東京工業大学の立体編成飛行衛星「TETRA」で、同じ機構をもつ2対2組の衛星4機が最大衛星間距離100mの立体編隊飛行を行うというもの。アイデア大賞には、生物の進化を「重力との戦い」と位置づけ、地球上での自然界の「幾何学的法則」を微小重力空間へもち出すコンセプトの名古屋市立大学の「HATCH」が選ばれました。

また、今年新設された最優秀模型賞には、東京工業大学の「月面における微小天体2次散乱物の調査計画」の模型が選定されました。

最優秀模型賞の
東京工業大学
「月面における微小天体
２次散乱物の調査計画」

JAXA's 023 宇宙航空研究開発機構機関誌

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
平成20年12月1日発行

再生紙（古紙100%）使用

M-Vロケットの実機を展示

10月11日、相模原キャンパスでM-Vロケット実機展示の完成披露式典が行われました。M-Vロケットは2006年9月、7号機による太陽観測衛星「ひので」打ち上げをもって運用を終了しましたが、今回の実機展示は、打ち上げられなかった2号機の部品を中心に、他に流用できなかった部品を集め、展示用に組み立てたものです。当日はあいにくの雨となりましたが、たくさんの皆さまにお越しいただきました。

すぐ脇のM-3SⅡロケット（模型）と共に、日本の固体ロケットの歴史を、実物大で実感していただきたいと思います。

第2段エンジンは、この春、燃焼試験を終えたばかり

さて、この中でとりわけ注目してほしいのが、展示機の第2段部分です。今年3月7日に、秋田県の能代多目的実験場で燃焼試験を行った実物が展示に供されているのです。

式典当日もまだ、近づいてみると「燃えた後のニオイ」をかぐことができ、好評でした。

相模原キャンパスに展示されたH-Vロケット

除幕式を終えて関係者が握手

展示機の第2段部分

この展示は、年末年始を除き休日も、
相模原キャンパスの守衛所で受付していただくだけで、
どなたでも見学が可能です。
また平日なら、ロケットや人工衛星などの
模型や実物が見られる屋内の展示スペースも
併せてご覧いただけます
（開館時間：9時45分～17時30分）。
ニオイの消えないうちに、ぜひお越しください！

能代多目的実験場で行われた吹雪の中の燃焼試験（2008年3月）

空へ挑み、宇宙を拓く

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング2階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910

JAXAホームページ　http://www.jaxa.jp
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/